

Benutzerhandbuch

Roboter:
UR5

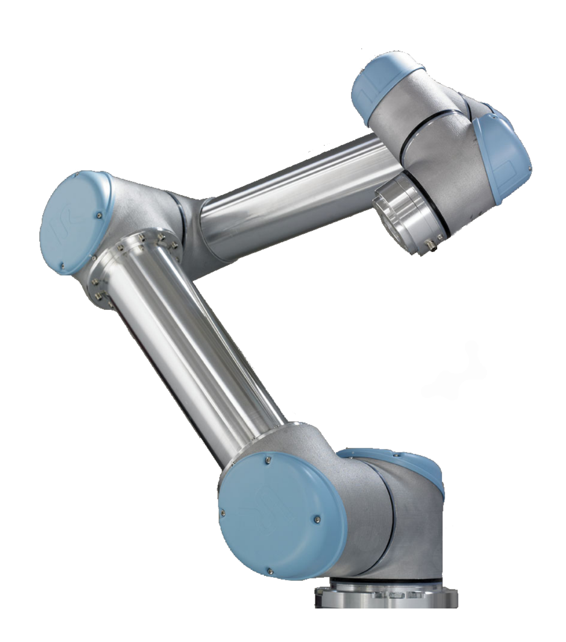
Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1

Erste Schritte

1.1 Einleitung

Herzlichen Glückwunsch zum Erwerb Ihres neuen Universal Robot, UR5.

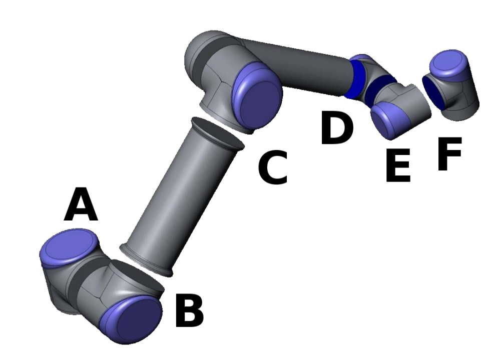


Der Roboter ist eine Maschine, die zur Bewegung eines Werkzeuges programmiert werden kann und die mit anderen Maschinen über elektrische Signale kommunizieren kann. Über unsere patentierte Programmieroberfläche, PolyScope, ist die Programmierung des Roboters zur Bewegung eines Werkzeuges entlang eines gewünschten Weges einfach. PolyScope wird im PolyScope-Handbuch beschrieben.

Der Leser dieser Anleitung sollte technisches Verständnis mitbringen, mit den grundlegenden allgemeinen Programmierungskonzepten vertraut sein, eine Erdungsader an eine Schraubklemme anschließen können und in der Lage sein, Löcher in eine Metallplatte zu bohren. Es sind keine speziellen Kenntnisse über Roboter im Allgemeinen oder Universal Robots im Speziellen erforderlich.

Der Rest dieses Kapitels ist ein Appetitanreger zum Start mit dem Roboter.

1.1.1 Der Roboter



Der Roboter ist ein Arm, der aus stranggepressten Aluminiumrohren und Gelenken besteht. Die Gelenke heißen A:*Basis*, B:*Schulter*, C:*Ellenbogen* und D,E,F:*Handgelenk 1,2,3*. An der Fußflansch ist der Roboter montiert und auf der anderen Seite (*Handgelenk 3*) ist das Roboterwerkzeug befestigt. Durch die Koordinierung der Bewegungen der einzelnen Gelenke kann der Roboter sein Werkzeug frei bewegen, mit Ausnahme des Bereiches direkt über und unter dem Roboter und natürlich begrenzt durch die Reichweite des Roboters ($850mm$ von der Mitte der Basis).

1.1.2 Programme

Ein Programm ist eine Auflistung von Befehlen, die dem Roboter vorgeben, was dieser zu tun hat. Die im PolyScope-Handbuch beschriebene Bedieneroberfläche *PolyScope* ermöglicht die Programmierung des Roboters auch durch Personen mit wenig Programmiererfahrung. Für die meisten Aufgaben erfolgt die Programmierung ausschließlich mit dem Touch-Screen, ohne dabei kryptische Befehle eingeben zu müssen.

Da die Werkzeugbewegung ein sehr wichtiger Teil eines Roboterprogramms ist, ist eine Methode wichtig, mit der man dem Roboter die Bewegungen beibringt. Bei dem PolyScope sind die Bewegungen des Werkzeuges mit Hilfe einer Reihe von *Wegpunkten* vorgegeben. Jeder Wegpunkt ist ein Punkt innerhalb des Arbeitsbereiches des Roboters.

Wegpunkte

Ein Wegpunkt ist ein Punkt im Arbeitsbereich des Roboters. Ein Wegpunkt kann vorgegeben werden, indem man den Roboter in eine bestimmte Position bewegt, oder indem man diesen durch die Software berechnen lässt. Der Roboter führt die Aufgabe aus, indem er sich entlang der Wegpunkte bewegt. Im Programm können verschiedene Optionen vorgegeben werden, die beschreiben wie sich der Roboter zwischen den Wegpunkten bewegen soll.

Festlegung der Wegpunkte, Bewegung des Roboters. Am einfachsten lassen sich Wegpunkte festlegen, indem man den Roboter in die gewünschte Position bringt. Dies kann auf zwei Arten erfolgen: 1) Durch einfaches Ziehen des Roboters bei gleichzeitiger Betätigung der Schaltfläche 'Lernen' auf dem Bildschirm (siehe PolyScope-Handbuch). 2) Durch Einsatz des Touch-Screens, um das Werkzeug linear oder jedes Gelenk einzeln zu verfahren.



Verschnitt. Standardmäßig hält der Roboter bei jedem Wegpunkt an. Wenn man dem Roboter die Entscheidung überlasst, wie er sich in der Nähe des Wegpunktes bewegt, kann der gewünschte Weg schneller und ohne anhalten abgefahren werden. Dieses Überschleifen wird gewährt, indem ein *Verschnittradius* für den Wegpunkt eingestellt wird, d.h. sobald der Roboter einen bestimmten Abstand zum Wegpunkt erreicht hat, kann der Roboter eine Abweichung vom Weg entscheiden. Ein Verschnittradius von 5-10 cm ergibt in der Regel gute Ergebnisse.

Funktionen

Neben der Bewegung entlang verschiedener Wegpunkte kann das Programm an bestimmten Stellen entlang des Weges des Roboters E-/A-Signale an andere Maschinen senden und aufgrund von Variablen und E-/A-Signalen Befehle ausführen, beispielsweise `wenn..dann` und `Schleife`.

1.1.3 Sicherheitsbewertung

Der Roboter ist eine Maschine und daher ist eine Sicherheitsbewertung für jeden Teil des Roboters erforderlich. Kapitel 3.1 beschreibt die Durchführung einer Sicherheitsbewertung.

1.2 Ein- und Ausschalten

Eine Beschreibung der Ein- und Ausschaltvorgänge der unterschiedlichen Teile des Robotersystems finden Sie in den folgenden Unterabschnitten.

1.2.1 Das Steuergerät einschalten

Das Steuergerät wird mit Hilfe der Taste Power eingeschaltet. Diese befindet sich an der Vorderseite des Handprogrammiergerätes. Wenn das Steuergerät eingeschaltet ist, erscheint eine Menge Text auf dem Bildschirm. Nach ungefähr 20 Sekunden erscheint das Logo von Universal Robot gemeinsam mit dem Text 'Loading' (Lade). Nach circa 40 Sekunden erscheinen einige Schaltflächen auf dem Bildschirm und ein Pop-up-Fenster fordert den Benutzer auf, in den Initialisierungsbildschirm zu wechseln.

1.2.2 Den Roboter einschalten

Der Roboter kann eingeschaltet werden, wenn das Steuergerät eingeschaltet ist und alle Not-Aus-Schalter nicht aktiviert sind. Der Roboter wird über den Initialisierungsbildschirm eingeschaltet, durch Betätigung der Schaltfläche 'ON' auf dem Bildschirm und anschließende Betätigung der Schaltfläche 'Start'. Wenn ein Roboter gestartet wird, ist ein Geräusch hörbar, wenn die Bremsen entriegeln. Nachdem der Roboter hochgefahren wurde, muss dieser initiiert werden, bevor er Arbeiten ausführen kann.

1.2.3 Initialisierung des Roboters

Nachdem der Roboter hochgefahren ist, muss jedes der Gelenke des Roboters seine genaue Position finden. Dazu müssen sich die Gelenke bewegen. Der er-



Abbildung 1.1: Der Initialisierungsbildschirm

forderliche Bewegungsumfang hängt von der Gelenkposition und dem Gelenktyp ab. Kleine Gelenke müssen sich zwischen 22,5° und 45° bewegen und große Gelenke müssen sich halb so viel bewegen, wobei die Drehrichtung unwichtig ist. Der Initialisierungsbildschirm aus Abbildung 1.1 bietet Zugriff auf die manuelle und halbautomatische Steuerung der Robotergelenke. Der Roboter ist nicht in der Lage, Zusammenstöße mit sich selbst und mit seiner Umgebung automatisch zu vermeiden. Deshalb muss dieser Vorgang mit Sorgfalt durchgeführt werden.

Schaltfläche *Auto* nahe der Oberseite des Bildschirmes verfährt alle Gelenke, bis diese die Ausgangsposition erreicht haben. Wenn diese Schaltfläche losgelassen und erneut gedrückt wird, ändern alle Gelenke die Bewegungsrichtung. Die Schaltflächen *Manual* ermöglichen ein manuelles Verfahren jedes Gelenks.

Eine detaillierte Beschreibung des Initialisierungsbildschirmes finden Sie im PolyScope-Handbuch.

1.2.4 Abschaltung des Roboters

Die Stromversorgung zum Roboter kann über die Schaltfläche 'OFF' auf dem Initialisierungsbildschirm unterbrochen werden. Die meisten Benutzer müssen diese Funktion nicht in Anspruch nehmen, da der Roboter automatisch abgeschaltet wird, wenn das Steuergerät herunterfährt.

1.2.5 Abschaltung des Steuergerätes

Schalten Sie das System über die grüne Schaltfläche Power auf dem Bildschirm oder über die Schaltfläche 'Abschaltung' auf dem Startbildschirm ab.

Eine Abschaltung durch Herausziehen des Netzkabels aus der Steckdose kann das Dateisystem des Roboters beschädigen, was zu einer Fehlfunktion des Roboters führen könnte.



1.3 Schnellstart, Schritt für Schritt

Um den Roboter schnell einzurichten, führen Sie die folgenden Schritte durch:

1. Packen Sie den Roboter und das Steuergerät aus.
2. Montieren Sie den Roboter auf einer stabilen Oberfläche.
3. Positionieren Sie das Steuergerät auf dessen Fuß.
4. Stecken Sie das Roboterkabel in den Stecker am Boden des Steuergerätes.
5. Stecken Sie den Netzstecker des Steuergerätes ein.
6. Drücken Sie den Not-Aus-Taster an der Vorderseite des Handprogrammiergerätes.
7. Betätigen Sie die Schaltfläche Power am Handprogrammiergerät.
8. Warten Sie eine Minute, während das System hochfährt und Text auf dem Touch-Screen angezeigt wird.
9. Wenn das System bereit ist, erscheint ein Pop-up-Fenster auf dem Touch-Screen, das Ihnen mitteilt, dass der Not-Aus-Schalter gedrückt ist.
10. Berühren Sie die Schaltfläche `OK` im Pop-up-Fenster.
11. Entriegeln Sie die Not-Aus-Schalter. Der Roboterzustand ändert sich nun von 'Emergency Stopped' (durch Not-Aus angehalten) auf 'Robot Power Off' (Roboter Strom abgeschaltet).
12. Berühren Sie die Schaltfläche `On` auf dem Touch-Screen. Warten Sie einige Sekunden.
13. Berühren Sie die Schaltfläche `Start` auf dem Touch-Screen. Der Roboter gibt nun ein Geräusch von sich und bewegt sich ein wenig, während er die Bremsen entriegelt.
14. Berühren Sie die blauen Pfeile und bewegen Sie die Gelenke, bis alle Leuchten auf der rechten Seite des Bildschirms grün sind. Achten Sie darauf, dass es zu keinen Zusammenstößen kommen kann.
15. Nun sind alle Gelenke `OK`. Berühren Sie die Schaltfläche OK, wodurch der `Startbildschirm` erscheint.
16. Berühren Sie die Schaltfläche `PROGRAM Robot` (Roboter programmieren) und wählen sie `Empty Program` (leeres Programm).
17. Berühren Sie die Schaltfläche `Next` (Weiter) (unten rechts), so dass die `<empty>` (leere) Ziele in der Baumstruktur auf der linken Bildschirmseite gewählt wird.
18. Gehen Sie zur Registerkarte `Structure`.
19. Berühren Sie die Schaltfläche `Move` (Bewegen).
20. Gehen Sie zur Registerkarte `Command` (Befehl).
21. Berühren Sie die Schaltfläche `Next` (Weiter), um zu den Einstellungen für die `Wegpunkte` zu gelangen.

22. Berühren Sie die Schaltfläche `Set this waypoint` (diesen Wegpunkt setzen) neben der Abbildung `"?"`.

23. Bewegen Sie den Roboter im Bildschirm `Move` (Bewegen), indem Sie die verschiedenen blauen Pfeile drücken, oder bewegen Sie den Roboter, indem Sie die Schaltfläche `Lernen` auf der Rückseite des Handprogrammiergerätes gedrückt halten, während Sie den Arm des Roboters ziehen.

24. Drücken Sie auf `OK`.

25. Drücken Sie auf `Add waypoint before` (Wegpunkt davor hinzufügen).

26. Berühren Sie die Schaltfläche `Set this waypoint` (diesen Wegpunkt setzen) neben der Abbildung `"?"`.

27. Bewegen Sie den Roboter im Bildschirm `Move` (Bewegen), indem Sie die verschiedenen blauen Pfeile drücken, oder bewegen Sie den Roboter, indem Sie die Schaltfläche `Teach` gedrückt halten, während Sie den Arm des Roboters ziehen.

28. Drücken Sie auf `OK`.

29. Ihr Programm ist fertig. Der Roboter wird sich zwischen den beiden Wegpunkten bewegen, wenn Sie das Symbol 'Play' (Abspielen) drücken. Treten Sie zurück und halten Sie eine Hand am Not-Aus-Taster. Drücken Sie anschließend auf 'Play'.

30. Herzlichen Glückwunsch! Sie haben Ihr erstes Roboterprogramm erstellt, das den Roboter zwischen zwei vorgegebenen Positionen bewegt. Denken Sie daran, dass Sie eine Gefahrenanalyse durchführen und den Gesamtsicherheitszustand verbessern müssen, bevor Sie den Roboter wirklich arbeiten lassen.

1.4 Montageanweisungen

Der Roboter besteht im Wesentlichen aus sechs Robotergelenken und zwei Aluminiumrohren, durch die das *Unterteil* des Roboters mit dem *Werkzeug* des Roboters verbunden wird. Der Roboter wird so konstruiert, dass das Werkzeug innerhalb des Arbeitsbereiches des Roboters seitlich bewegt und gedreht werden kann. Die folgenden Unterabschnitte beschreiben die grundlegenden Aspekte, die Sie bei der Montage der verschiedenen Teile des Robotersystems kennen müssen.

1.4.1 Der Arbeitsbereich des Roboters

Der Arbeitsbereich des Roboters UR5 erstreckt sich bis zu 850 mm vom Armgelenk. Der Arbeitsbereich des Roboters wird in folgender Abbildung gezeigt: Abbildung 1.2. Bitte beachten Sie bei der Auswahl eines Aufstellungsortes für den Roboter unbedingt das zylindrische Volumen direkt über und direkt unter dem Roboterunterteil. Eine Bewegung des Werkzeugs in der Nähe des zylindrischen Volumens sollte möglichst vermieden werden, da sich dadurch die Robotergelenke schnell bewegen müssen, obwohl sich das Werkzeug langsam bewegt.

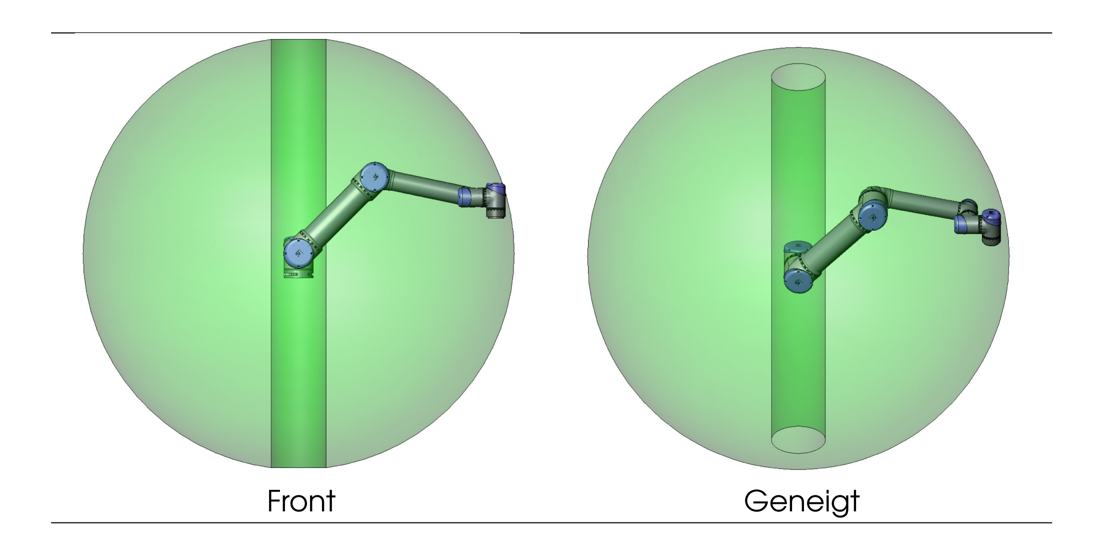


Abbildung 1.2: Der Arbeitsbereich des Roboters. Der Roboter kann um das Unterteil in einem ungefähren Raum von (Ø 170 cm) arbeiten, mit Ausnahme eines zylindrischen Volumens direkt über und direkt unter dem Roboterunterteil.

1.4.2 Montage des Roboters

Der Roboter wird mit Hilfe von 4 M8-Schrauben montiert. Hierzu werden die vier $8.5mm$ Löcher im Roboterunterteil eingesetzt. Wenn eine sehr genaue Verlegung des Roboters angestrebt wird, werden zwei Ø8 Löcher zur Verwendung mit einem Stift geliefert. Darüber hinaus ist ein genaues Gegenstück des Unterteils als Zubehörteil verfügbar. Abbildung 1.3 zeigt die Stelle, an der die Löcher zu bohren und die Schrauben zu montieren sind.

1.4.3 Montage des Werkzeugs

Der Werkzeugflansch des Roboters verfügt über vier Löcher zur Befestigung des Werkzeugs am Roboter. Eine Zeichnung des Werkzeugflansches finden Sie in Abbildung 1.4.

1.4.4 Montage des Steuergerätes

Das Steuergerät kann an der Wand angebracht oder auf den Boden gestellt werden. Ein freier Raum von 50 mm zu beiden Seiten ermöglicht einen ausreichenden Luftstrom.

1.4.5 Montage des Handprogrammiergerätes

Das Handprogrammiergerät kann an eine Wand oder an das Steuergerät gehängt werden. Es können zusätzliche Befestigungen mitgeliefert werden.

1.4.6 Anschluss des Roboterkabels

Das Kabel vom Roboter muss in den Stecker am Schalter am Steuergerät gesteckt werden. Stellen Sie sicher, dass der Stecker ordnungsgemäß eingerastet ist. Das Roboterkabel darf nur angeschlossen und getrennt werden, wenn die Stromzufuhr zum Roboter abgeschaltet ist.

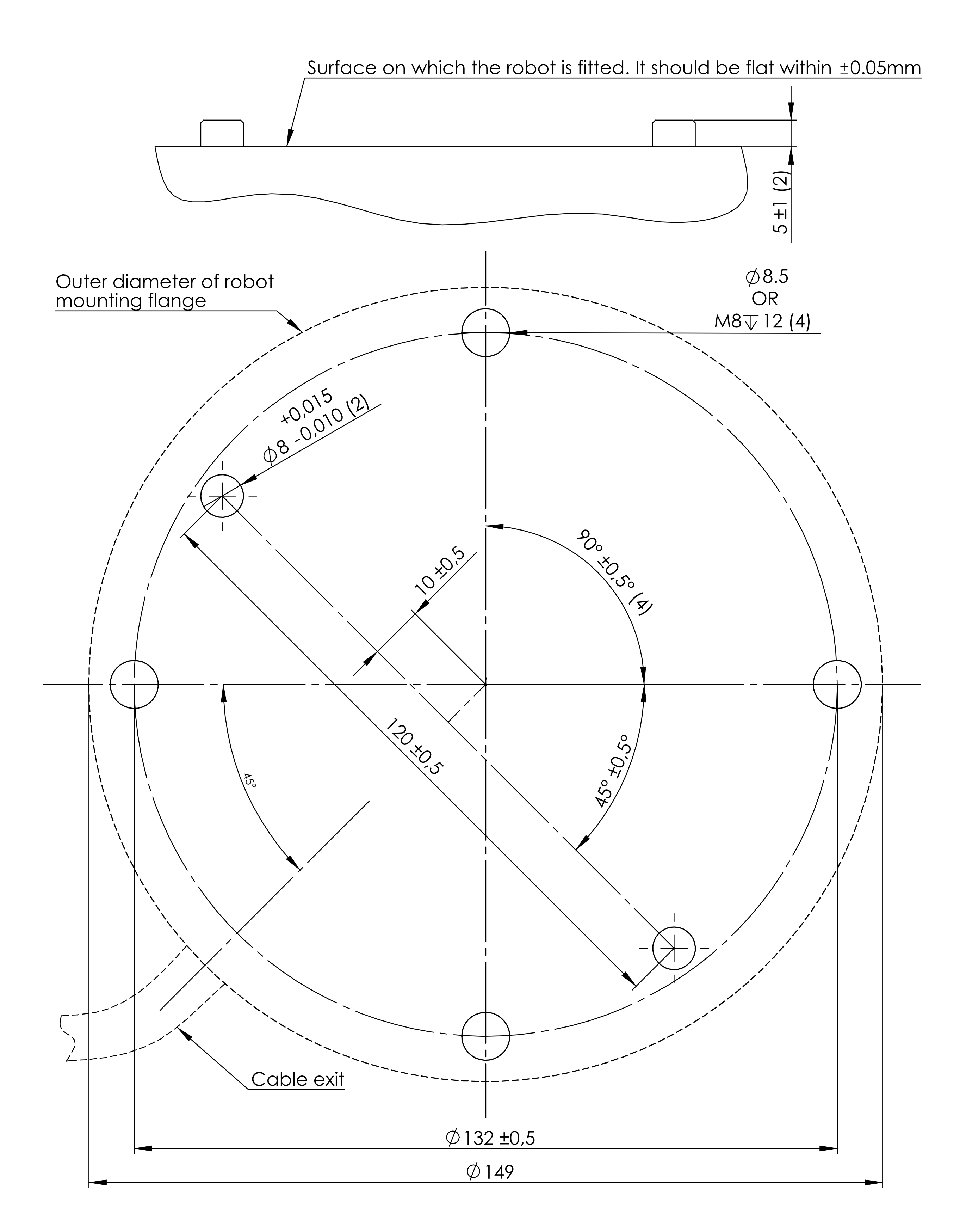


Abbildung 1.3: Löcher zur Montage des Roboters, Maßstab 1:1. Verwenden Sie 4 M8-Schrauben. Alle Maßangaben in mm.

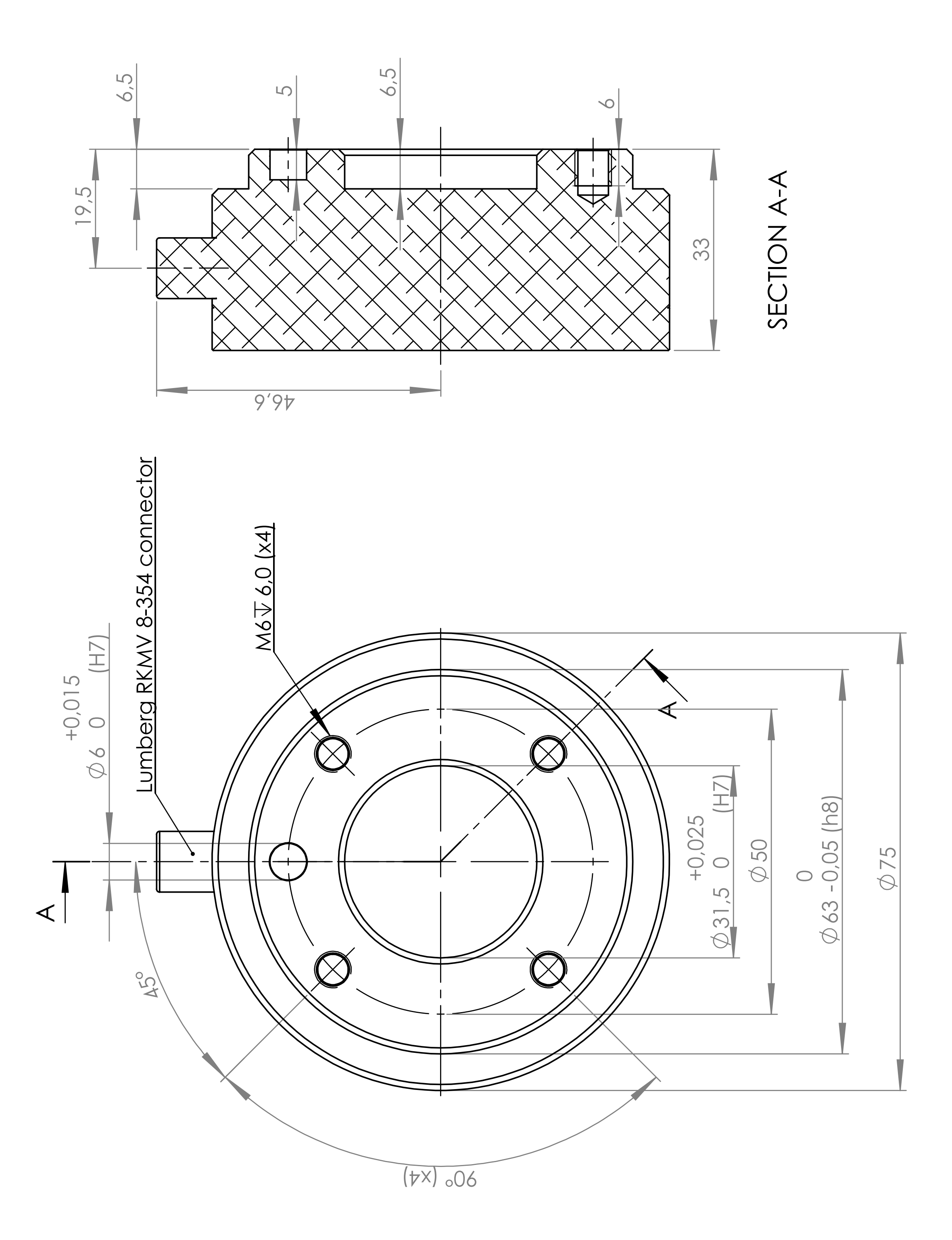


Abbildung 1.4: Der Werkzeugflansch, ISO 9409-1-50-4-M6. Hier wird das Werkzeug an die Spitze des Roboters montiert. Alle Maßangaben in mm.

1.4.7 Anschluss des Netzkabels

Das Netzkabel vom Steuergerät verfügt am Ende über einen standardmäßigen IEC-Stecker. Verbinden Sie den IEC-Stecker mit einem länderspezifischen Netzstecker oder Netzkabel.

Wenn der Nennstrom des spezifischen Steckers unzureichend ist oder wenn eine dauerhaftere Lösung bevorzugt wird, schließen Sie das Steuergerät direkt an. Die Stromversorgung muss mindestens mit dem Folgenden ausgestattet sein:

1. Hauptsicherung.
2. Fehlerstromeinrichtung.
3. Verbindung mit Masse.

Die Vorgaben für die Eingangsspannung sind unten stehend aufgeführt.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung	100	-	240	VAC
Externe Netzsicherung	8	-	16	A
Eingangsfrequenz	47	-	63	Hz
Stand-by-Leistung	-	-	0.5	W
Nennbetriebsleistung	90	150	325	W

Verwenden Sie den mit dem Erdungssymbol gekennzeichneten Schraubanschluss im Steuergerät, wenn ein Potentialausgleich mit anderen Maschinen erforderlich ist.

Hinweis: Es ist aus technischer Sicht möglich, eine Stromversorgung mit 110 V zu verwenden. Wenn sich der Roboter jedoch mit einer hohen Geschwindigkeit oder eine großen Beschleunigung bewegt, wird der Netzstrom seinen maximalen Nennwert überschreiten, wodurch Kabel, Stecker und die Hauptsicherung überlastet werden. Darüber hinaus läuft der Lüfter langsamer.

Kapitel 2

Elektrische Schnittstelle

2.1 Einleitung

Der Roboter ist eine Maschine, die so programmiert werden kann, dass sie ein Werkzeug im Arbeitsbereich des Roboters bewegen kann. Oftmals ist eine Abstimmung der Roboterbewegung mit Maschinen in der Nähe oder Geräten am Werkzeug erforderlich. Die geradlinigste Art und Weise, dies zu erreichen, ist der Einsatz einer elektronischen Schnittstelle.

Im Steuergerät und am Werkzeugflansch des Roboters befinden sich elektrische Ein- und Ausgangssignale (E/A). Dieses Kapitel beschreibt den Anschluss von Geräten an die E/A. Einige der E/A im Steuergerät sind für die Sicherheitsfunktionen des Roboters konzipiert und andere Universal-E/A sind zum Anschluss an andere Maschinen oder Geräte gedacht. Die Universal-E/A können direkt über die Registerkarte E/A in der Benutzerschnittstelle eingestellt werden, siehe PolyScope-Handbuch, oder über die Roboterprogramme.

Für zusätzliche E/A können Modbus-Einheiten über einen zusätzlichen Ethernet-Anschluss im Steuergerät angeschlossen werden.

2.2 Wichtige Hinweise

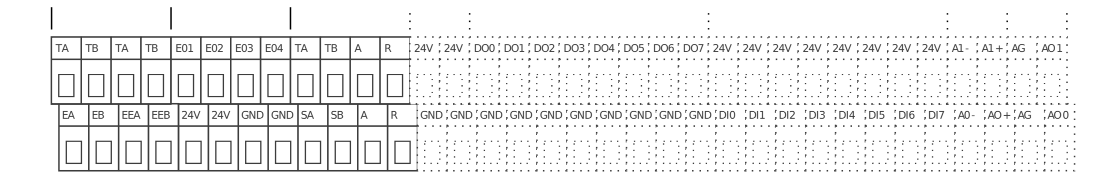
Bitte beachten Sie, dass die Kabel zwischen dem Steuergerät und anderen Maschinen und Geräten gemäß IEC 61000 und EN 61000 nicht länger als 30 m sein dürfen, es sei denn es werden erweiterte Prüfungen durchgeführt.

Bitte beachten Sie, dass jeder Nullanschluss (0V) mit GND (Erdung) bezeichnet ist und an den Schirm des Roboters und am Steuergerät angeklemmt wird. Alle erwähnten Erdungsanschlüsse (GND) sind jedoch nur zur Stromversorgung und Signalgebung konzipiert. Verwenden Sie als PE (Schutzerde) eine der beiden M6-Schraubverbindungen im Steuergerät. Verwenden Sie als FE (Funktionserde) eine der M3-Schrauben bei den Schraubklemmen.

Bitten beachten Sie, dass in diesem Kapitel alle Angaben für Spannung und Strom ohne Einheit in DC angegeben sind.

Im Allgemeinen ist es wichtig, die Sicherheitsschnittstellensignale von den normalen E/A-Schnittstellensignalen getrennt zu halten. Die Sicherheitsschnittstelle darf darüber hinaus nicht an eine SPS angeschlossen werden, bei der es sich nicht um eine Sicherheits-SPS mit entsprechender Schutzebene handelt. Wenn diese Regel nicht beachtet wird, können Sie keine hohe Sicherheit erreichen, da eine Störung der normalen Ein- und Ausgänge das Not-Aus-Signal an der Auslösung einer Abschaltung hindern kann.

2.3 Die Sicherheitsschnittstelle



Im Steuergerät gibt es eine Schraubklemmenleiste. Die Sicherheitsschnittstelle befindet sich ganz links, schwarzer Teil der Abbildung. Über die Sicherheitsschnittstelle kann der Roboter an andere Maschinen oder Schutzgeräte angeschlossen werden, um sicherzustellen, dass er in bestimmten Situationen anhält.

Die Sicherheitsschnittstelle besteht aus zwei Teilen; der Not-Aus-Schnittstelle und der Schutz-Aus-Schnittstelle. Weitere Informationen hierzu finden Sie in den folgenden Kapiteln. Die unten stehende Tabelle bietet eine Zusammenfassung der Unterschiede:

	Notabschaltung	Schutzstopp
Roboterbewegung stoppt	Ja	Ja
Einleitung	Manuell	Manuell oder automatisch
Programmausführung	Stoppvorgänge	Pausen
Bremsvorgänge	Aktiv	Inaktiv
Motorleistung	Aus	Begrenzt
Reset	Manuell	Automatisch oder manuell
Einsatzhäufigkeit	Nicht häufig	Jeder Durchlauf bis nicht häufig
Erfordert erneute Initialisierung	Nur Bremsfreigabe	Nein
EN/IEC 60204 und NFPA 79	Stoppkategorie 1	Stoppkategorie 2
Leistungsniveau	ISO 13849-1 PLd	ISO 13849-1 PLd

2.3.1 Die Not-Aus-Schnittstelle

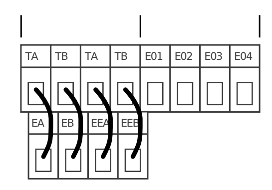
[TA]	Testausgang A
[TB]	Testausgang B
[EO1]	Not-Aus-Ausgang Anschluss 1
[EO2]	Not-Aus-Ausgang Anschluss 2
[EO3]	Not-Aus-Ausgang Anschluss 3
[EO4]	Not-Aus-Ausgang Anschluss 4
[EA]	Roboter-Not-Aus-Eingang A (positiv)
[EB]	Roboter-Not-Aus-Eingang B (negativ)
[EEA]	Externer Not-Aus-Eingang A (positiv)
[EEB]	Externer Not-Aus-Eingang B (negativ)
[24V]	+24-V-Versorgungsanschluss für Sicherheitsgeräte
[GND]	0-V-Versorgungsanschluss für Sicherheitsgeräte

Die Not-Aus-Schnittstelle verfügt über zwei Eingänge, den Roboter-Not-Aus-Eingang und den externen Not-Aus-Eingang. Jeder Eingang ist aus Redundanzgründen durch Sicherheitsleistungsniveau **d** doppelt vorhanden.

Die Roboter-Not-Aus-Schnittstelle stoppt den Roboter und setzt den Not-Aus-Ausgang, der zur Verwendung durch Sicherheitsgeräte in der Nähe des Roboters gedacht ist. Der externe Not-Aus stoppt den Roboter auch, hat aber keinen Einfluss auf den Not-Aus-Ausgang und ist nur zum Anschluss an andere Maschinen gedacht.

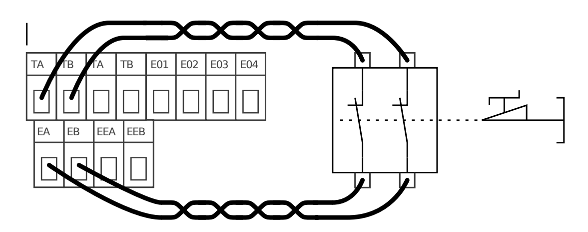


Die einfachste Not-Aus-Konfiguration



Bei der einfachsten Konfiguration wird die interne Not-Aus-Taste als einzige Komponente für eine Notabschaltung eingesetzt. Dies wird mit oben gezeigter Konfiguration erreicht. Diese Konfiguration ist standardmäßig ab Werk eingestellt, so dass der Roboter betriebsbereit ist. Wenn die Risikobewertung dies erfordert, sollte die Not-Aus-Konfiguration jedoch geändert werden.

Anschluss an eine externe Not-Aus-Taste

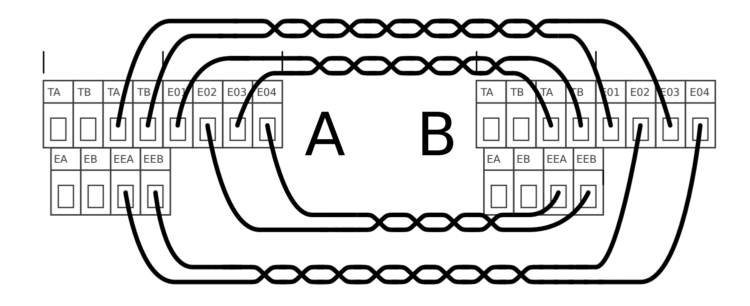


Bei beinahe jeder Roboteranwendung ist der Anschluss einer oder mehrerer externer Not-Aus-Tasten erforderlich. Dies ist einfach und leicht. Oben sehen Sie ein Beispiel für den Anschluss einer zusätzlichen Taste.

Anschluss Not-Aus an andere Maschinen

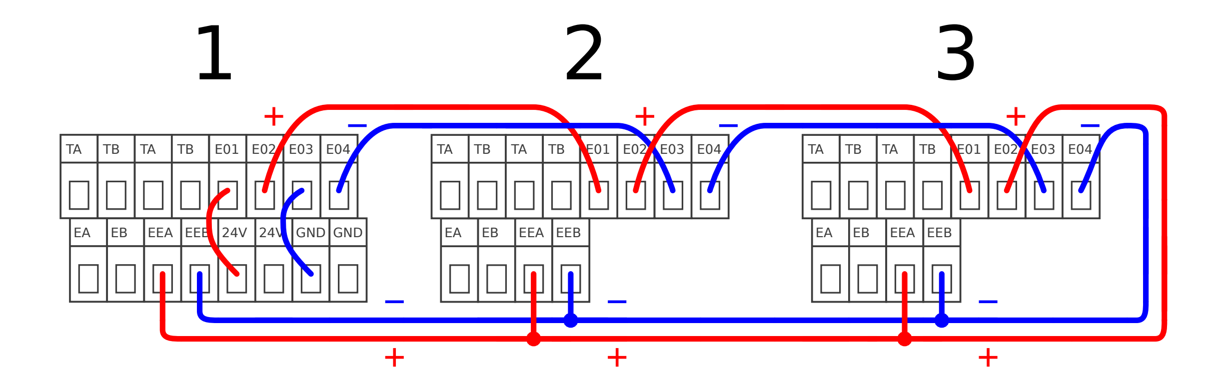
Wenn der Roboter zusammen mit anderen elektromechanischen Maschinen verwendet wird, ist oftmals die Einrichtung eines gemeinsamen Not-Aus-Schaltkreises erforderlich. Dadurch wird sichergestellt, dass der Bediener im Falle einer gefährlichen Situation nicht darüber nachdenken muss, welche Tasten er drücken muss. Die Synchronisierung jedes Teils einer Unterfunktion in einer Produktlinie ist ebenfalls oftmals vorzuziehen, da eine Abschaltung in nur einem Teil der Produktlinie zu einer gefährlichen Situation führen kann.

Unten stehend finden Sie ein Beispiel mit zwei UR-Robotern, die gegenseitig eine Notabschaltung auslösen.



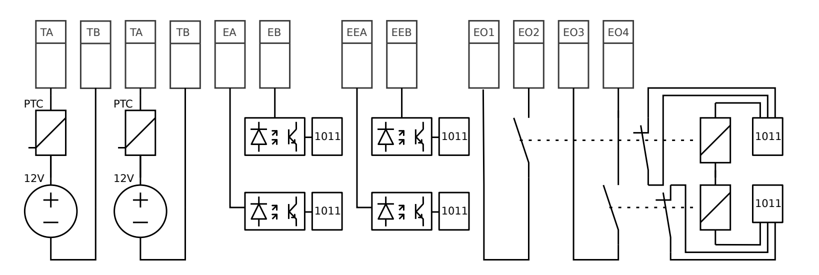
Unten stehend finden Sie ein Beispiel mit mehreren UR-Robotern mit gemeinsamer Not-Aus-Funktion. Schließen Sie mehr Roboter wie Roboter Nummer 2 an.

In diesem Beispiel werden 24 V verwendet, was auch mit vielen anderen Maschinen funktioniert. Stellen Sie sicher, dass bei Verwendung einer gemeinsamen Not-Aus-Funktion für UR-Roboter und andere Maschinen alle elektrischen Spezifikationen eingehalten werden.



Elektrische Daten

Eine vereinfachte interne Schaltkreisdarstellung finden Sie unten stehend. Bitte beachten Sie, dass jeder Kurzschluss und jede unterbrochene Verbindung eine Sicherheitsabschaltung zur Folge hat, solange nur jeweils ein Fehler auftritt. Störungen und abnormales Verhalten von Relais und Stromversorgungseinrichtungen führen zu einer Fehlermeldung im Roboterprotokoll und verhindern ein Hochfahren des Roboters.



Unten: Technische Daten der Not-Aus-Schnittstelle.

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
[TA-TB] Spannung	10.5	12	12.5	V
[TA-TB] Strom (pro Ausgang)	-	-	120	mA
[TA-TB] Stromschutz	-	400	-	mA
[EA-EB] [EEA-EEB] Eingangsspannung	-30	-	30	V
[EA-EB] [EEA-EEB] garantiert AUS, wenn	-30	-	7	V
[EA-EB] [EEA-EEB] Garantiert EIN, wenn	10	-	30	V
[EA-EB] [EEA-EEB] garantiert AUS, wenn	0	-	3	mA
[EA-EB] [EEA-EEB] EIN Strom (10-30 V)	7	-	14	mA
[EO1-EO2] [EO3-EO4] Kontaktstrom AC/DC	0.01	-	6	A
[EO1-EO2] [EO3-EO4] Kontaktspannung DC	5	-	50	V
[EO1-EO2] [EO3-EO4] Kontaktspannung AC	5	-	250	V

Bitte entnehmen Sie die Anzahl der einzusetzenden Sicherheitskomponenten und deren Funktionsweise aus der Risikobewertung, die in Abschnitt 3.1 erläutert wird.

Bitte beachten Sie, dass es wichtig ist, regelmäßige Überprüfungen der Sicherheitsstoppfunktion durchzuführen, um sicherzustellen, dass alle Sicherheitsstoppeinrichtungen ordnungsgemäß funktionieren.

Die beiden Not-Aus-Eingänge EA-EB und EEA-EEB sind potentialfreie Eingänge gemäß IEC 60664-1 und EN 60664-1, Verschmutzungsgrad 2, Überspannungsklasse II.



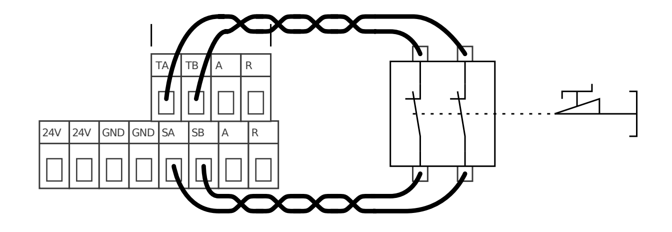
Die Not-Aus-Ausgänge EO1-EO2-EO3-EO4 sind Relaiskontakte gemäß IEC 60664-1 und EN 60664-1, Verschmutzungsgrad 2, Überspannungsklasse III.

2.3.2 Die Schutzschnittstelle

[TA]	Testausgang A
[TB]	Testausgang B
[SA]	Schutz-Aus-Eingang A (positiv)
[SB]	Schutz-Aus-Eingang B (negativ)
[A]	Automatisches Fortfahren nach Schutz-Aus
[R]	Schutz-Aus zurücksetzen
[24V]	+24-V-Versorgungsanschluss für Sicherheitsgeräte
[GND]	0-V-Versorgungsanschluss für Sicherheitsgeräte

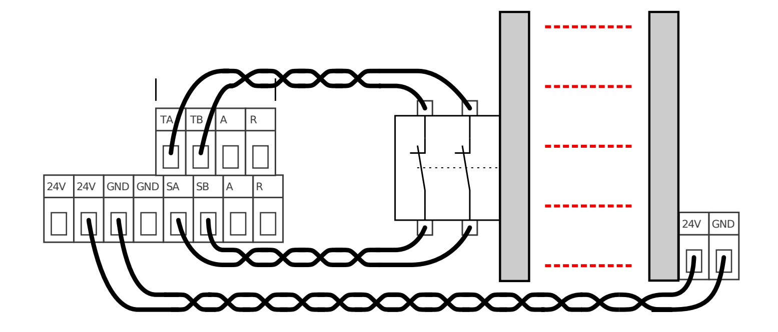
Die Schutzschnittstelle wird eingesetzt, um die Roboterbewegung sicher anzuhalten. Die Schutzschnittstelle kann für Lichtgitter, Türschalter, Sicherheits-SPS usw. eingesetzt werden. Die Fortführung aus einem Schutz-Aus kann in Abhängigkeit von der Schutzkonfiguration automatisch oder über einen Taster gesteuert werden. Wenn die Schutzschnittstelle nicht eingesetzt wird, aktivieren Sie die Funktion zum automatischen Zurücksetzen, siehe Beschreibung in Abschnitt 2.3.3.

Anschluss eines Türschalters



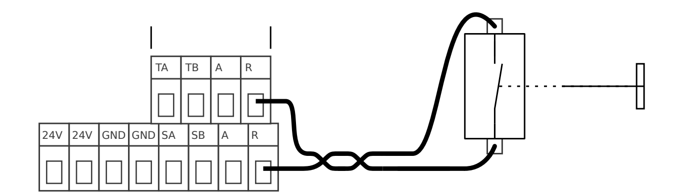
Der Anschluss eines Türschalters o. Ä. erfolgt wie oben gezeigt. Denken Sie daran, eine Reset-Tasten-Konfiguration zu wählen, wenn der Roboter beim Schließen der Tür nicht automatisch anlaufen soll.

Anschluss eines Lichtgitters



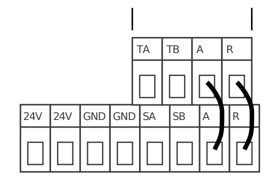
Den Anschluss eines Lichtgitters sehen Sie oben stehend. Ein Lichtgitter der Klasse 1 (ISO 13849-1 und EN 954-1) kann ebenfalls eingesetzt werden, sofern die Risikobewertung dies erlaubt. Beim Anschluss eines Lichtgitters der Klasse 1 müssen Sie TA und SA verwenden und TB und SB mit einem Draht überbrücken. Denken Sie daran, eine Reset-Tasten-Konfiguration zu verwenden, so dass der Schutz-Aus einrastet.

Anschluss einer Reset-Taste



Den Anschluss einer Reset-Taste sehen Sie oben stehend. Eine permanent betätigte Reset-Taste ist unzulässig. Wenn die Reset-Taste klemmt, erfolgt ein Schutz-Aus und eine Fehlermeldung erscheint auf dem Bildschirm.

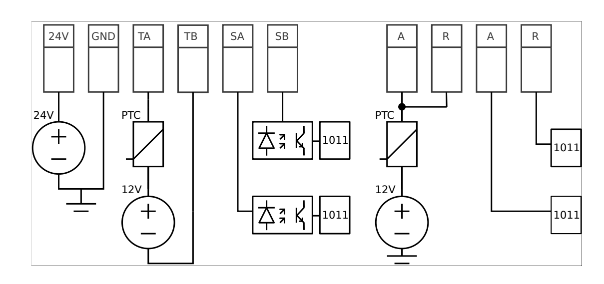
2.3.3 Automatisches Fortfahren nach Schutz-Aus



Die Schutzschnittstelle kann sich selbst zurücksetzen, wenn ein Ereignis für einen Schutz-Aus beseitigt ist. Die Aktivierung der automatischen Reset-Funktion sehen Sie oben stehend. Hierbei handelt es sich um die empfohlene Konfiguration, wenn die Schutzschnittstelle nicht verwendet wird. Der Einsatz der automatischen Rücksetzung ist jedoch nicht ratsam, wenn eine Reset-Tasten-Konfiguration möglich ist. Die automatische Rücksetzung ist für Spezialanlagen und Anlagen mit anderen Maschinen konzipiert.

Elektrische Daten

Zum besseren Verständnis der Schutzfunktion finden Sie unten stehend eine vereinfachte schematische Darstellung des Schaltkreises. Alle Störungen im Sicherheitssystem führen zu einer sicheren Abschaltung des Roboters und einer Fehlermeldung auf dem Bildschirm.

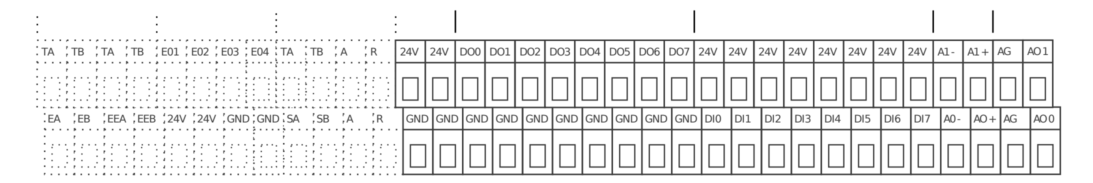


Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
24-V-Spannungstoleranz	-15%	-	+20%	-
Strom von der 24-V-Versorgung	-	-	1.2*	A
Überlastschutz	-	1.4	-	A
[TA-TB] [A↑] [R↑] Spannung	10.5	12	12.5	V
[TA-TB] [A↑] [R↑] Strom	-	-	120	mA
[TA-TB] [A↑] [R↑] Stromschutz	-	400	-	mA
[SA-SB] Eingangsspannung	-30	-	30	V
[SA-SB] garantiert AUS, wenn	-30	-	7	V
[SA-SB] Garantiert EIN, wenn	10	-	30	V
[SA-SB] garantiert AUS, wenn	0	-	3	mA
[SA-SB] EIN Strom (10-30 V)	7	-	14	mA
[A↓] [R↓] Eingangsspannung	-30	-	30	V
[A↓] [R↓] Eingang garantiert AUS, wenn	-30	-	7	V
[A↓] [R↓] Eingang garantiert EIN, wenn	10	-	30	V
[A↓] [R↓] garantiert AUS, wenn	0	-	5	mA
[A↓] [R↓] EIN Strom (10-30 V)	6	-	10	mA

Der Schutz-Aus-Eingang SA-SB ist ein potentialfreier Eingang gemäß IEC 60664-1 und EN 60664-1, Verschmutzungsgrad 2, Überspannungsklasse II.

Bitte beachten Sie, dass der gelbe 24-V-Anschluss von derselben internen 24-V-Stromversorgung versorgt wird wie die 24-V-Anschlüsse der normalen Ein- und Ausgänge und dass der Höchstwert von 1,2 A für beide Stromquellen gemeinsam gilt.

2.4 Steuergerät E/A



Im Steuergerät gibt es ein Feld mit Schraubklemmen mit verschiedenen E-/A-Teilen, siehe Abbildung oben. Der rechte Teil dieses Feldes ist der Universal-E/A.

[24V]	+24-V-Versorgungsanschluss
[GND]	0-V-Versorgungsanschluss
[DOx]	Digitaler Ausgang Nummer x
[DIx]	Digitaler Eingang Nummer x
[AOx]	Analoger Ausgang Nummer x plus
[AG]	Analoger Ausgang Erdung (GND)
[Ax+]	Analoger Eingang Nummer x plus
[Ax-]	Analoger Eingang Nummer x minus

Das E/A-Feld im Steuergerät verfügt über 8 digitale und 2 analoge Eingänge, 8 digitale und 2 analoge Ausgänge und eine eingebaute 24-V-Stromversorgung. Digitaleingänge und -ausgänge sind **pnp**-Technologie und sind gemäß IEC 61131-2 und EN 61131-2 gestaltet. 24-V- und Erdungsklemme (GND) können als Eingang für das E/A-Modul oder als Ausgang für die 24-V-Stromversorgung eingesetzt werden. Wenn das Steuergerät hochfährt, prüft es, ob am 24-V-Anschluss Spannung von der externen Stromversorgung anliegt. Ist dies nicht der Fall, nutzt es automatisch die interne 24-V-Stromversorgung.

Elektrische Daten der internen Stromversorgung

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Interne 24-V-Spannungstoleranz	-15%	-	+20%	-
Strom von interner 24-V-Versorgung	-	-	1.2*	A
Überlastschutz	-	1.4	-	A
Spannung externe Stromversorgung	10	-	30	V

Bitte beachten Sie, dass die (gelben) 24-V-Schutzanschlüsse von derselben internen 24-V-Stromversorgung versorgt werden wie die 24-V-Anschlüsse der normalen Ein- und Ausgänge und dass der Höchstwert von 1,2 A für beide Stromquellen gemeinsam gilt.

Wenn die Stromlast der internen 24-V-Stromversorgung überschritten wird, erscheint auf dem Bildschirm eine Fehlermeldung. Die Stromversorgung versucht nach wenigen Sekunden eine automatische Wiederherstellung.

2.4.1 Digitale Ausgänge

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Quellstrom pro Ausgang	0	-	2	A
Quellstrom aller Ausgänge zusammen	0	-	4	A
Spannungsabfall wenn EIN	0	-	0.2	V
Kriechstrom wenn AUS 0	0	-	0.1	mA

Die Ausgänge können zur direkten Ansteuerung der Geräte eingesetzt werden, z. B. pneumatische Relais, oder man setzt sie zur Kommunikation mit anderen SPS-Anlagen ein. Die Ausgänge werden in Übereinstimmung mit allen drei definierten digitalen Eingangstypen aus IEC 61131-2 und EN 61131-2 und allen Anforderungen an Digitalausgänge derselben Normen gebaut.

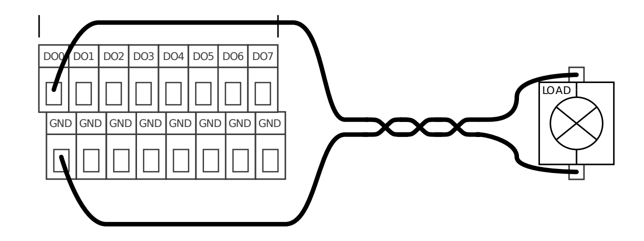
Alle Digitalausgänge können automatisch deaktiviert werden, wenn ein Programm angehalten wird, indem das Kontrollkästchen "Immer niedrig bei Programmstopp" im Bildschirm E/A-Name verwendet wird (siehe PolyScope-Handbuch). In diesem Modus ist der Ausgang immer niedrig, wenn ein Programm nicht läuft.

Die Digitalausgänge sind nicht strombegrenzt und eine Überschreitung der vorgegebenen Daten kann zu dauerhaften Schäden führen. Durch den Stromschutz ist eine Beschädigung der Ausgänge jedoch nicht möglich, wenn die interne 24-V-Stromversorgung eingesetzt wird.

Bitte beachten Sie, dass Steuergerät und Metallschirme an die Masse (GND) angeschlossen werden. Leiten Sie Strom von den Ein- und Ausgängen nicht durch die Schirm- oder Erdungsanschlüsse.

Die folgenden Unterabschnitte enthalten einige einfache Beispiele für die Verwendung der Digitalausgänge.

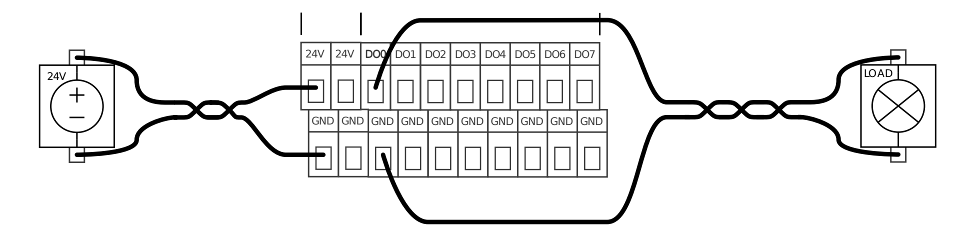
Verbraucher gesteuert durch digitalen Ausgang



Dieses Beispiel zeigt den Einschaltvorgang eines Verbrauchers.



Verbraucher gesteuert durch digitalen Ausgang, externe Stromversorgung



Wenn der seitens der internen Stromversorgung verfügbare Strom nicht ausreicht, verwenden Sie einfach eine externe Stromversorgung, siehe oben.

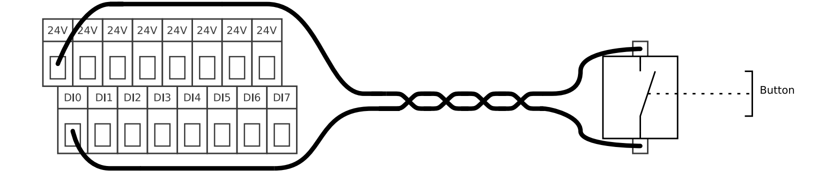
2.4.2 Digitale Eingänge

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung	-30	-	30	V
Eingang garantiert AUS, wenn	-30	-	7	V
Eingang garantiert EIN, wenn	10	-	30	V
garantiert AUS, wenn	0	-	5	mA
EIN Strom (10-30 V)	6	-	10	mA

Die Digitaleingänge sind als **pnp** umgesetzt, d. h. sie sind aktiv, wenn sie mit Spannung versorgt werden. Die Eingänge können zum Ablesen von Tasten und Sensoren oder zur Kommunikation mit anderen SPS-Anlagen eingesetzt werden. Die Eingänge werden in Übereinstimmung mit allen drei definierten digitalen Eingangstypen aus IEC 61131-2 und EN 61131-2 gebaut, d.h. sie arbeiten mit allen digitalen Ausgangsarten aus denselben Normen zusammen.

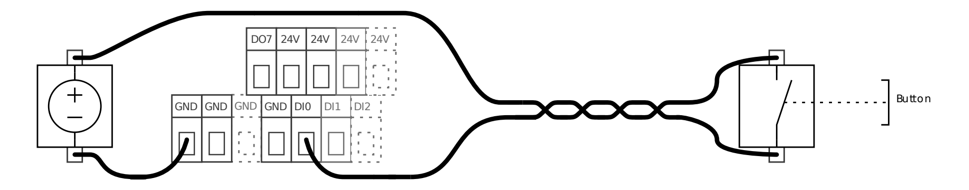
Technische Daten der Digitaleingänge finden Sie unten stehend:

Digitaler Eingang, einfacher Taster



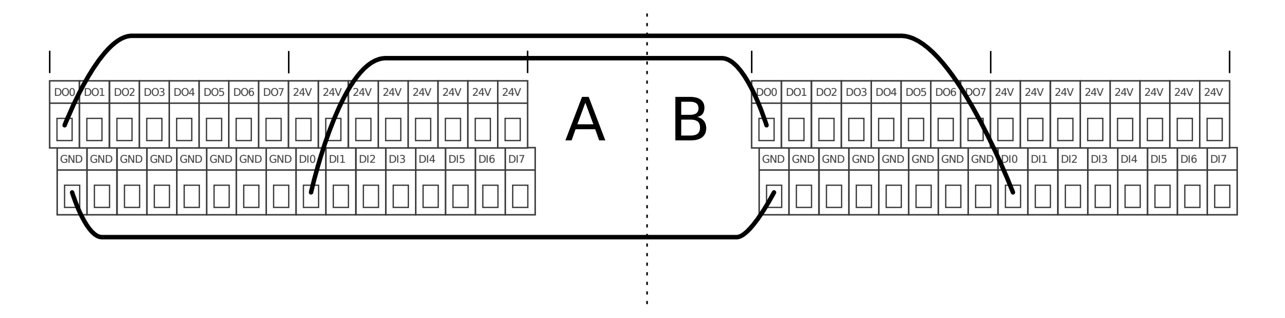
Das oben stehende Beispiel zeigt den Anschluss eines einfachen Tasters oder Schalters.

Digitaler Eingang, einfacher Taster, externe Stromversorgung



Das oben stehende Beispiel zeigt den Anschluss eines Tasters mit Hilfe einer externen Stromquelle.

Signalkommunikation mit anderen Maschinen oder SPS



Sofern eine Kommunikation mit anderen Maschinen oder SPS erforderlich ist, müssen diese **pnp**-Technologie einsetzen. Denken Sie daran, eine gemeinsame Erdungsverbindung (GND) zwischen den verschiedenen Schnittstellen herzustellen. Oben stehend finden Sie ein Beispiel, in dem zwei UR-Roboter (A und B) miteinander kommunizieren.

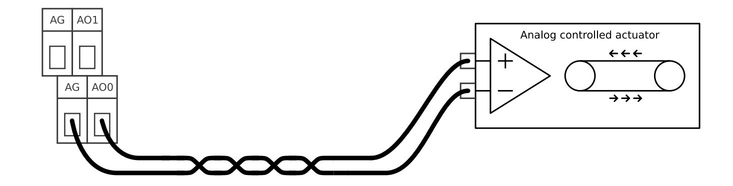
2.4.3 Analoge Ausgänge

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Gültige Ausgangsspannung im Strommodus	0	-	10	V
Gültiger Ausgangsstrom im Spannungsmodus	-20	-	20	mA
Kurzschlussstrom im Spannungsmodus	-	40	-	mA
Ausgangswiderstand im Spannungsmodus	-	43	-	Ohm

Die analogen Ausgänge können sowohl für den Spannungs- als auch für den Strommodus im Bereich zwischen 0-10 V bzw. 4-20 mA eingestellt werden.

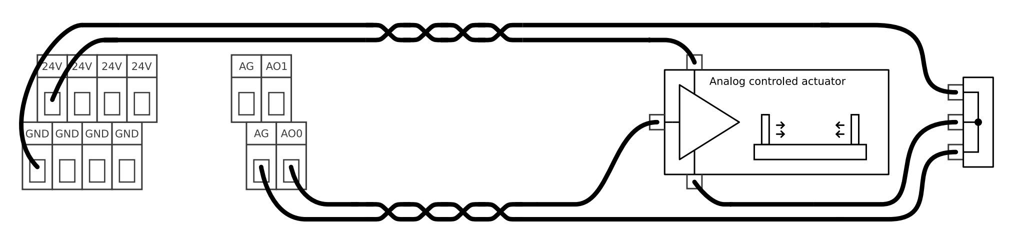
Es werden einige Beispiele abgebildet, um zu zeigen, wie einfach die Verwendung analoger Ausgänge ist.

Verwendung analoger Ausgänge



Hierbei handelt es sich um die normale und beste Art und Weise der Verwendung analoger Ausgänge. Die Abbildung zeigt einen Aufbau, bei dem das Steuergerät des Roboters einen Stellmotor steuert, z. B. ein Förderband. Das beste Ergebnis wird im Strommodus erzielt, da dieser unempfindlicher gegenüber Störsignalen ist.

Verwendung analoger Ausgänge, nicht differenzierendes Signal





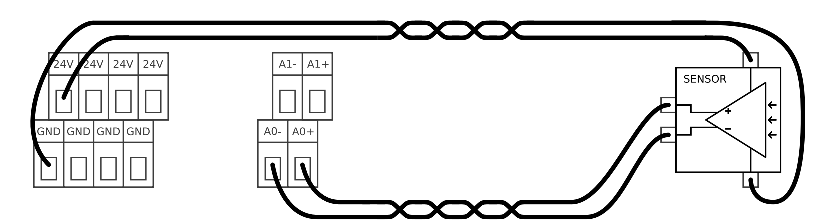
Wenn die gesteuerten Geräte keinen Differenzialeingang aufnehmen, kann eine alternative Lösung wie oben stehend umgesetzt werden. Diese Lösung ist hinsichtlich der Störanfälligkeit nicht ideal und kann Störsignale von anderen Maschinen einfach aufnehmen. Bei der Verkabelung ist sorgfältig vorzugehen und davon auszugehen, dass in analogen Ausgängen induzierte Störsignale auch an anderen analogen Ein- und Ausgängen vorhanden sein können.

2.4.4 Analoge Eingänge

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung Gleichtakt	-33	-	33	V
Eingangsspannung Differenzialmodus*	-33	-	33	V
Differenzialeingangswiderstand	-	220	-	kOhm
Eingangswiderstand Gleichtakt	-	55	-	kOhm
Unterdrückungsverhältnis Gleichtakt	75	-	-	dB

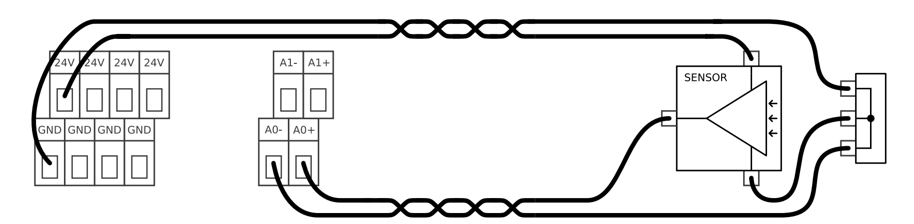
Die analogen Eingänge können auf vier unterschiedliche Spannungsbereiche eingestellt werden, die auf unterschiedliche Art und Weise umgesetzt werden und deshalb unterschiedliche Ausgleichs- und Verstärkungsfehler aufweisen. Die vorgegebene Eingangsspannung im Differenzialmodus gilt nur bei einer Gleichtaktspannung von 0 V. Es werden einige einfache Abbildungen gezeigt, um zu verdeutlichen, wie einfach die Verwendung analoger Ausgänge ist.

Verwendung analoger Eingänge, Differenzialspannungseingang



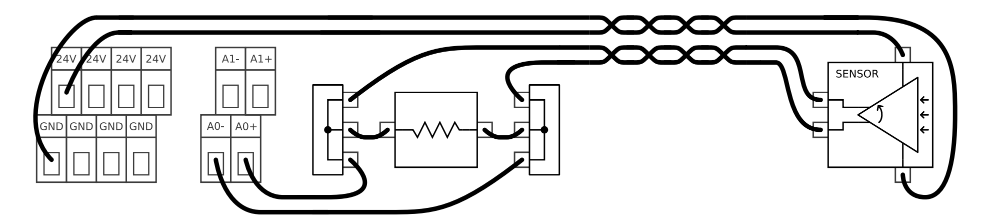
Die einfachste Art und Weise zur Verwendung analoger Eingänge. Die abgebildete Ausrüstung, wobei es sich um einen Sensor handeln könnte, verfügt über einen Differenzialspannungsausgang.

Verwendung analoger Eingänge, nicht differenzierender Spannungseingang



Wenn es nicht möglich ist, ein Differenzialsignal von den verwendeten Geräten zu erhalten, könnte eine Lösung wie oben stehender Aufbau aussehen. Im Gegensatz zu dem Beispiel für einen nicht differenzierenden analogen Ausgang in Unterabschnitt 2.4.3 wäre diese Lösung beinahe so gut wie die Differenziallösungen.

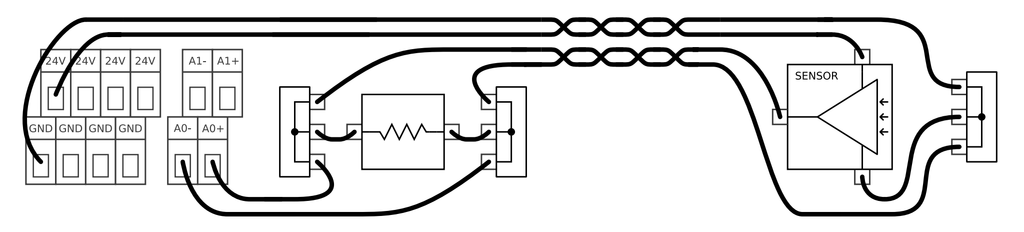
Verwendung analoger Eingänge, Differenzialstromeingang



Wenn längere Kabel eingesetzt werden oder die Umgebung sehr störungsintensiv ist, werden auf Strom basierende Signale bevorzugt. Einige Geräte werden darüber hinaus ausschließlich mit einem Stromausgang geliefert. Um den Strom als Eingang zu verwenden, wird ein externer Widerstand benötigt, siehe oben. Der Wert des Widerstandes wäre in der Regel circa 200 Ohm, wobei das beste Ergebnis erzielt wird, wenn der Widerstand in der Nähe der Schraubklemmen des Steuergerätes befestigt wird.

Bitte beachten Sie, dass die Toleranz des Widerstands und die ohmsche Veränderung durch die Temperatur zu den Fehlerspezifikationen der analogen Eingänge hinzuzufügen sind.

Verwendung analoger Eingänge, nicht differenzierender Stromeingang



Wenn es sich beim Geräteausgang um ein nicht differenzierendes Stromsignal handelt, muss ein Widerstand wie oben gezeigt eingesetzt werden. Der Widerstand sollte bei circa 200 Ohm liegen. Die Beziehung zwischen der Spannung am Eingang des Steuergerätes und am Ausgang des Sensors wird durch Folgendes vorgegeben:

Spannung = Strom x Widerstand

Bitte beachten Sie, dass die Toleranz des Widerstands und die ohmsche Veränderung durch die Temperatur zu den Fehlerspezifikationen der analogen Eingänge hinzuzufügen sind.

2.5 Werkzeug E/A





An der Werkzeugseite des Roboters gibt es einen kleinen Stecker mit acht Anschlüssen.

Farbe	Signal
Rot	0 V (Erdung, GND)
Grau	0 V/12 V/24 V (LEISTUNG)
Blau	Digitaler Ausgang 8 (DO8)
Pink	Digitaler Ausgang 9 (DO9)
Gelb	Digitaler Eingang 8 (DI8)
Grün	Digitaler Eingang 9 (DI9)
Weiß	Analoger Eingang 2 (AI2)
Braun	Analog Eingang 3 (AI3)

Dieser Stecker liefert Leistungs- und Steuerungssignale für grundlegende Greifer und Sensoren, die an einem bestimmten Roboterwerkzeug vorhanden sein können. Dieser Stecker kann zur Reduzierung des Kabelaufwands zwischen Werkzeug und Steuergerät eingesetzt werden. Bei dem Stecker handelt es sich um einen Standardstecker der Marke Lumberg RSMEDG8, der auf ein Kabel namens RKMV 8-354 passt.

Bitte beachten Sie, dass der Werkzeugflansch an die Erdung (GND) angeschlossen wird (wie die rote Ader).

Daten der internen Stromversorgung

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Versorgungsspannung im 24-V-Modus	TBD	24	TBD	V
Versorgungsspannung im 12-V-Modus	TBD	12	TBD	V
Versorgungsstrom in beiden Modi	-	-	600	mA
Kurzschlussstromschutz	-	650	-	mA
Kapazitive Belastung	-	-	TBD	uF
Induktive Belastung	-	-	TBD	uH

Die verfügbare Stromversorgung kann auf der Registerkarte E/A in der grafischen Benutzerschnittstelle auf 0 V, 12 V oder 24 V eingestellt werden. Verwenden Sie die Option 12 V vorsichtig, da ein Fehler durch den Programmierer einen Spannungswechsel auf 24 V verursachen kann, was zu Schäden an den Geräten und sogar zu einem Brand führen kann.

Das interne Steuerungssystem erstellt eine Fehlermeldung im Roboterprotokoll, wenn der Strom diesen Grenzwert überschreitet. Die unterschiedlichen Ein- und Ausgänge am Werkzeug werden in den folgenden drei Unterabschnitten beschrieben.

2.5.1 Digitale Ausgänge

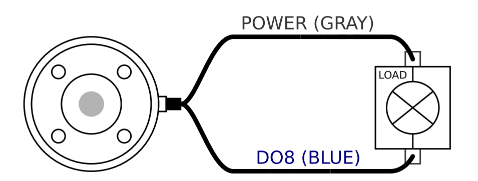
Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Spannung wenn offen	-0.5	-	26	V
Spannung beim Absinken 1 A	-	0.05	0.20	V
Strom beim Absinken	0	-	1	A
Strom durch die Erdung (GND)	-	-	1	A
Schaltdauer	-	1000	-	us
Kapazitive Belastung	-	-	TBD	uF
Induktive Belastung	-	-	TBD	uH

Die digitalen Ausgänge werden so umgesetzt, dass sie nur auf die Erdung (0 V) und nicht auf den Quellstrom absinken können. Wenn ein digitaler Ausgang aktiviert wird, wird der entsprechende Anschluss auf Erdung gesetzt. Wenn ein digitaler Ausgang deaktiviert wird, ist der entsprechende Anschluss offen (open collector/open drain). Der Hauptunterschied zwischen den digitalen Ausgängen im Steuergerät und den digitalen Ausgängen im Werkzeug liegt im reduzierten Strom durch den kleinen Stecker.

Bitte beachten Sie, dass die digitalen Ausgänge im Werkzeug nicht strombegrenzt sind und eine Überschreitung der vorgegebenen Daten zu dauerhaften Schäden führen kann.

Ein einfaches Beispiel wird abgebildet, um deutlich zu zeigen, wie einfach die Verwendung von digitalen Ausgängen ist.

Verwendung digitaler Ausgänge



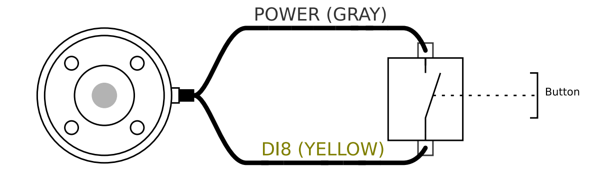
Dieses Beispiel zeigt die Aktivierung eines Verbrauchers mit Hilfe der internen 12-V- oder 24-V-Stromversorgung. Bitte bedenken Sie, dass Sie die Ausgangsspannung auf der Registerkarte E/A festlegen müssen. Bitte beachten Sie, dass zwischen dem Anschluss POWER und dem Schirm/der Erdung Spannung anliegt, auch wenn der Verbraucher ausgeschaltet ist.

2.5.2 Digitale Eingänge

Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung	-0.5	-	26	V
Logische Niederspannung	-	-	2.0	V
Logische Hochspannung	5.5	-	-	V
Eingangswiderstand	-	47k	-	Ω

Die digitalen Eingänge werden mit schwachen Pulldown-Widerständen umgesetzt. Das bedeutet, dass ein potentialfreier Eingang immer einen niedrigen Wert anzeigen wird. Die digitalen Eingänge am Werkzeug werden auf dieselbe Art und Weise umgesetzt wie die digitalen Eingänge am Steuergerät.

Verwendung digitaler Eingänge



Das oben stehende Beispiel zeigt den Anschluss eines einfachen Tasters oder Schalters.



2.5.3 Analoge Eingänge

Die analogen Eingänge am Werkzeug unterscheiden sich sehr stark von denen im Steuergerät. Erstens ist anzumerken, dass sie nicht differenzierend sind, was im Vergleich zu den Analogeingängen an den E/A des Steuergerätes einen Nachteil darstellt. Zweitens haben die Analogeingänge des Werkzeuges eine Strommodusfunktion, was im Vergleich mit den E/A des Steuergerätes einen Vorteil darstellt. Die analogen Eingänge können auf unterschiedliche Eingangsbereiche eingestellt werden, die auf unterschiedliche Art und Weise umgesetzt werden. Deshalb können die analogen Eingänge unterschiedliche Ausgleichs- und Verstärkungsfehler aufweisen.

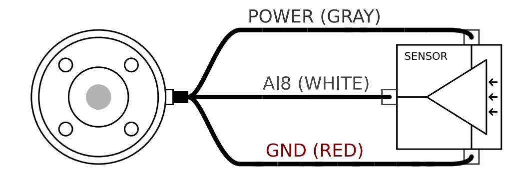
Parameter	Min	Typ	Max	Einheit
Eingangsspannung im Spannungsmodus	-0.5	-	26	V
Eingangsspannung im Strommodus	-0.5	-	5.0	V
Eingangsstrom im Strommodus	-2.5	-	25	mA
Eingangswiderstand im Bereich 0V bis 5V	-	29	-	kΩ
Eingangswiderstand im Bereich 0V bis 10V	-	15	-	kΩ
Eingangswiderstand im Bereich 4 mA bis 20 mA	-	200	-	Ω

Bitte beachten Sie unbedingt, dass eine Änderung des Stroms im Gleichtakterdungsanschluss zu einem Störsignal in den analogen Eingängen führen kann, da es entlang der Erdungsleiter und der inneren Stecker zu einem Spannungsabfall kommt.

Bitte beachten Sie, dass eine Verbindung zwischen der Stromversorgung des Werkzeugs und der analogen Eingänge die Ein- und Ausgangsfunktion dauerhaft beschädigt, wenn die analogen Eingänge auf Strommodus gestellt sind.

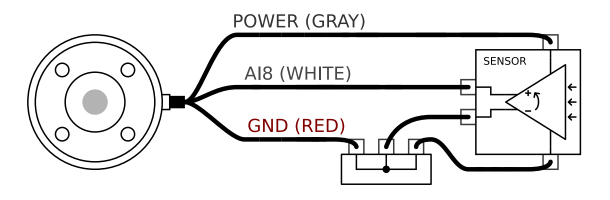
Es werden einige einfache Beispiele gezeigt, um zu verdeutlichen, wie einfach die Verwendung digitaler Eingänge ist.

Verwendung analoger Eingänge, nicht differenzierend



Die einfachste Art und Weise zur Verwendung analoger Eingänge. Der Ausgang des Sensors kann entweder Strom oder Spannung sein, solange der Eingangsmodus dieses analogen Eingangs auf der Registerkarte E/A entsprechend eingestellt ist. Bitte denken Sie daran, zu prüfen, ob der Sensor mit Spannungsausgang den internen Widerstand des Werkzeugs antreiben kann. Andernfalls kann die Messung ungültig sein.

Verwendung analoger Eingänge, differenzierend



Die Verwendung von Sensoren mit Differenzialausgängen ist ebenfalls unkompliziert. Verbinden Sie einfach den negativen Teil des Ausgangs mit der Erdung (0 V) über eine Klemmenleiste und die Funktionsweise gleicht der eines nicht differenzierenden Sensors.

Kapitel 3

Sicherheit

3.1 Einleitung

Dieses Kapitel bietet eine kurze Einführung zur gesetzlich vorgeschriebenen Dokumentation und wichtige Hinweise zur Risikobewertung, gefolgt von einem Abschnitt über Notfallsituationen. Im Hinblick auf die allgemeine Sicherheit sind alle Montagehinweise aus 1.4 und 2.1 zu befolgen. Technische Daten der elektronischen Sicherheitsschnittstelle, einschließlich Leistungsniveau und Sicherheitskategorien, entnehmen sie bitte Abschnitt 2.3.

3.2 Gesetzlich festgelegte Dokumentation

Eine Roboterinstallation in der EU muss die Maschinenrichtlinie erfüllen, um die Sicherheit zu gewährleisten. Dies umfasst die folgenden Punkte.

1. Stellen Sie sicher, dass die Installation alle grundlegende Anforderungen folgt.
2. Machen Sie eine Risikobewertung.
3. Geben Sie die Anweisungen für den Betreiber vor.
4. Stellen Sie eine Konformitätserklärung.
5. Sammeln Sie alle Informationen in einem technischen Unterlagen.
6. Die Installation mit einem CE-Zeichen markieren.

Bei jeder Roboter-Installation ist der Integrator für die Einhaltung aller einschlägigen Richtlinien verantwortlich. Universal Robots ist für die Einhaltung der einschlägigen Richtlinien durch den Roboter selbst verantwortlich (siehe Abschnitt 5.1).

Universal Robots bietet einen Sicherheitsleitfaden, erhältlich unter http://www.universal-robots.com, für Integratoren mit wenig oder keiner Erfahrung in der Erstellung der notwendigen Dokumentation.

Wird der Roboter außerhalb der EU aufgestellt, muss die Roboterintegration die lokalen Richtlinien und Gesetze des jeweiligen Landes einhalten. Der Integrator trägt die Verantwortung für diese Einhaltung. Die Durchführung einer Risikobewertung ist immer notwendig, um sicherzustellen, dass die vollständige Roboterinstallation ausreichend sicher ist.

3.3 Risikobewertung

Es ist am allerwichtigsten dass der Integrator eine Risikobewertung vornimmt. Universal Robots hat die unten stehenden potentiell bedeutenden Gefahren als Gefahren erkannt, die vom Integrator beachtet werden müssen. Bitte beachten Sie, dass andere bedeutende Risiken in einer speziellen Roboter-Installation vorhanden sein könnte.

1. Einklemmung von Fingern zwischen Roboterfuß und Basis (Gelenk 0).
2. Einklemmung von Fingern zwischen Roboterarm und -handgelenk (Gelenk 4).
3. Offene Wunden durch scharfe Kanten und Punkte auf Werkzeug oder Werkzeug-Anschluss.
4. Offene Wunden durch scharfe Kanten und Punkte auf Hindernisse in der Nähe des Roboters.
5. Blutergüsse durch Schlag vom Roboter.
6. Verstauchung oder Knochenbruch zwischen eine schwere Nutzlast und eine harte Oberfläche.
7. Folgen aufgrund loser Schrauben, die den Roboterarm oder das Werkzeug halten.
8. Aus dem Werkzeug fallende Teile, z. B. durch schlechten Halt oder eine Unterbrechung der Stromversorgung.
9. Elektrischer Schlag oder Feuer durch Fehlfunktion der Stromversorgungen, sofern der Netzanschluss nicht durch eine Hauptsicherung, ein Fehlerstromgerät und eine ordnungsgemäße Verbindung zur Masse geschützt wird. Siehe Abschnitt 1.4.7.
10. Fehler durch unterschiedliche Not-Aus-Tasten für unterschiedliche Maschinen. Verwenden Sie eine gemeinsame Not-Aus-Funktion, siehe Beschreibung in Abschnitt 2.3.1.

Folgendes kennzeichnet den UR5 als einen sehr sicheren Roboter:

1. Steuerung entspricht ISO 13849-1 Leistungsniveau **d**.
2. Die Steuerung des Roboters ist redundant, so dass alle gefährlichen Störungen den Roboter dazu zwingen, in einen sicheren Zustand zu wechseln.
3. High level software generiert einen Sicherheitsstopp wenn der Roboter auf etwas trifft. Die Beanspruchungsgrenze ist niedriger als 150N.
4. Darüber hinaus begrenzt eine Low-Level-Software das durch die Gelenke generierte Drehmoment und erlaubt dadurch nur eine kleine Abweichung vom erwarteten Drehmoment.
5. Die Software verhindert die Programmausführung, wenn der Roboter nicht wie in den Einstellungen vorgegeben montiert ist.
6. Das Gewicht des Roboters beträgt weniger als 18kg.



7. Die Form des Roboters ist glatt, um den Druck (N/m^2) pro Kraft (N) zu reduzieren.

8. Es ist möglich, die Gelenke zu bewegen, wenn der Roboter nicht mit Strom versorgt wird. Siehe Abschnitt 3.4

Die Tatsache, dass der Roboter sehr sicher ist, eröffnet die Möglichkeit, entweder keine Schutzeinrichtungen oder Schutzeinrichtungen mit einem niedrigen Leistungsniveau zu verwenden. Um sowohl Kunden als auch örtliche Behörden zu überzeugen, wurde der Roboter UR5 vom Dänischen Technologischen Institut zertifiziert, die benannte Stelle im Rahmen der Maschinen-Richtlinie in Dänemark. Diese Zertifizierung kommt zu dem Schluss, dass der Roboter den Artikel 5.10.5 der EN ISO 10218-1:2006 erfüllt. Dieser Standard ist im Rahmen der Maschinenrichtlinie harmonisiert und stellt ausdrücklich fest, dass ein Roboter als kooperativer Roboter (d.h. ohne Schutzeinrichtungen zwischen Roboter und Betreiber) betrieben werden kann, wenn er Artikel 5.10.5 erfüllt. Die Risikobewertung muss jedoch bestätigen, dass die gesamte Roboterinstallation ausreichend Sicherheit für den Betrieb aufweist. Eine Kopie des Prüfberichts kann von Universal Robots angefordert werden.

Die Norm EN ISO 10218-1:2006 gilt bis 1. Januar 2013. Zwischenzeitlich gelten die neuere Fassung EN ISO 10218-1:2011 und die entsprechende EN ISO 10218-2:2011 für die Integratoren ebenfalls. Wo die EN ISO 10218-1:2006 in Verbindung mit einer unterstützenden Risikobewertung explizit vorgab, dass eine Maximalkraft von $150N$ für einen kooperativen Betrieb erforderlich ist, geben die neuen Normen keine spezifische Maximalkraft vor, sondern überlassen dies der jeweiligen Risikobewertung. Im Allgemeinen bedeutet dies, dass, ungeachtet der angewendeten Norm, eine Risikobewertung bestätigen soll, dass die kooperative Roboterinstallation ausreichend sicher ist; und in den meisten Fällen ist die Kombination einer gut gebauten Roboterinstallation und der Maximalkraft von $150N$ ausreichend.

3.4 Notfallsituationen

Im unwahrscheinlichen Fall einer Notfallsituation, bei der ein oder mehrere Robotergelenke bewegt werden müssen und die Stromzufuhr zum Roboter entweder nicht möglich oder nicht gewollt ist, gibt es drei verschiedene Wege, Bewegungen der Robotergelenke zu erzwingen, ohne die Motoren der Gelenke mit Strom zu versorgen:

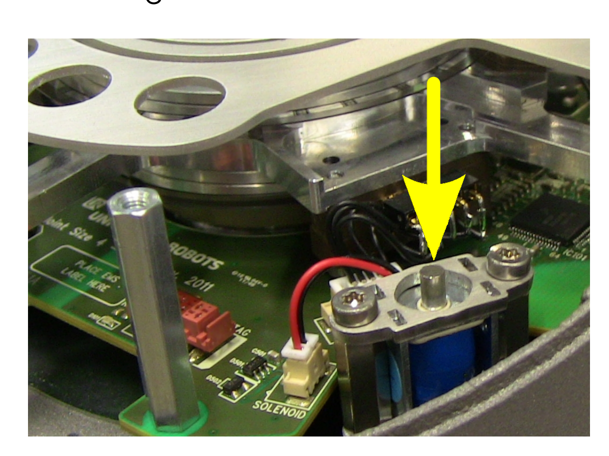
1. Aktives Zurückfahren: Schalten Sie den Roboter ggf. mit Hilfe der Schaltfläche ÖNäuf dem Initialisierungsbildschirm ein. Drücken Sie die Lernen-Taste auf der Rückseite des Handprogrammiergerätes anstelle der Betätigung der Taste "Bremsfreigabe", um die Gelenkmotoren einzuschalten. Ein spezieller Rückfahrmodus wird gestartet und der Roboter löst die Bremsen automatisch, während die Roboter per Hand geführt wird. Durch Loslassen der Lernen-Taste werden die Bremsen wieder aktiviert.

2. Manuelles Lösen der Bremsen: Entfernen Sie die Gelenkabdeckung, indem Sie die wenigen M3-Schrauben herausschrauben, mit denen diese gehalten wird. Lösen Sie die Bremse, indem Sie den Stößel am kleinen Elektromagneten drücken, siehe unten stehende Abbildung.

3. Erzwungenes Zurückfahren: Zwingen Sie ein Gelenk dazu, sich zu bewegen, indem Sie fest am Roboterarm ziehen. Jede Gelenkbremse verfügt über

eine Rutschkupplung, mit der eine Bewegung bei hohem Zwangsdrehmoment ermöglicht wird. Das erzwungene Zurückfahren ist nur für dringende Notfälle konzipiert und kann zu Schäden an den Gelenkgetrieben und anderen Bauteilen führen.

Drehen Sie die Gelenke nicht weiter als unbedingt notwendig und achten Sie auf die Schwerkraft und große Nutzlasten.



Kapitel 4

Gewährleistung

4.1 Produktgewährleistung

Unbeschadet jeglicher Ansprüche, die der Benutzer (Kunde) gegenüber dem Vertriebshändler oder Einzelhändler geltend machen kann, wird dem Kunden eine Herstellergarantie entsprechend der unten stehenden Bedingungen gewährt:

Wenn neue Geräte und deren Komponenten innerhalb von 12 Monaten (maximal 15 Monate ab Versand) nach Inbetriebnahme Mängel aufgrund von Herstellungs- und/oder Materialfehlern aufweisen, stellt Universal Robots die erforderlichen Ersatzteile bereit, während der Benutzer (Kunde) Arbeitsstunden für den Austausch der Ersatzteile bereitstellt, tauscht das Bauteil entweder durch ein anderes Bauteil aus, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht, oder repariert das besagte Bauteil. Diese Gewährleistung verliert ihre Gültigkeit, wenn der Gerätedefekt auf eine unsachgemäße Behandlung und/oder die fehlende Einhaltung der Informationen in den Benutzerhandbüchern zurückzuführen ist. Diese Gewährleistung gilt nicht für und erstreckt sich nicht auf Leistungen, die durch den befugten Vertriebshändler oder den Kunden selbst durchgeführt werden (z. B. Aufbau, Konfiguration, herunterladen von Software). Der Kaufbeleg, aus dem das Kaufdatum hervorgeht, ist als Nachweis für die Gewährleistung erforderlich. Ansprüche im Rahmen der Gewährleistung sind innerhalb von zwei Monaten einzureichen, nachdem der Gewährleistungsmangel aufgetreten ist. Das Eigentumsrecht an Geräten oder Komponenten, die durch Universal Robots ausgetauscht und an Universal Robots zurückgeschickt wurden, geht auf Universal Robots über. Diese Gewährleistung deckt jegliche anderen Ansprüche nicht ab, die durch das oder im Zusammenhang mit dem Gerät entstehen. Keine Angaben in dieser Gewährleistung zielen darauf ab, die gesetzlich vorgeschriebenen Rechte des Kunden und die Herstellerhaftung für Tod oder Personenschaden durch die Verletzung der Sorgfaltspflicht zu begrenzen oder auszuschließen. Der Gewährleistungszeitraum wird nicht durch Leistungen verlängert, die gemäß der Bestimmungen der Gewährleistung erbracht werden. Sofern kein Gewährleistungsmangel besteht, behält sich Universal Robots das Recht vor, dem Kunden die Austausch- und Reparaturarbeiten in Rechnung zu stellen. Die oben stehenden Bestimmungen implizieren keine Änderungen hinsichtlich der Nachweispflicht zu Lasten des Kunden.

Wenn ein Gerät Mängel aufweist, kommt Universal Robots nicht für Folgeschäden oder Verluste auf, wie zum Beispiel Produktionsausfall oder Beschädigungen an anderen Produktionsgeräten.

4.2 Haftungsausschluss

Universal Robots arbeitet weiter an einer verbesserten Zuverlässigkeit und Leistung seiner Produkte und behält sich daher das Recht vor, das Produkt ohne vorherige Ankündigung zu verbessern. Universal Robots unternimmt alle Anstrengungen, dass der Inhalt dieser Anleitung genau und korrekt ist, übernimmt jedoch keine Verantwortung für jedwede Fehler oder fehlende Informationen.

Kapitel 5

Einbauerklärung

5.1 Einleitung

In Übereinstimmung mit der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird der Roboter als teilweise zusammengebaute Maschine betrachtet. Die folgenden Unterabschnitte entsprechen Anhang II dieser Richtlinie und stimmen mit diesem überein.

5.2 Produkthersteller

Name	Universal Robots A/S
Adresse	Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dänemark
Telefonnummer	+45 8993 8989
E-Mail-Adresse	sales@universal-robots.com
Internationale USt-ID-Nr.	DK29138060

5.3 Zur Zusammenstellung der technischen Dokumentation befugte Person

Name	Lasse Kieffer
Adresse	Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dänemark
Telefonnummer	+45 8993 8971
E-Mail-Adresse	kieffer@universal-robots.com

5.4 Beschreibung und Kennzeichnung des Produktes

Der Roboter dient der Ausführung einfacher und sicherer Handhabungsaufgaben, wie beispielsweise der Bestückung, der Be-/Entladung von Maschinen, dem Zusammenbau und der Palettierung.

Allgemeine Bezeichnung	UR5
Funktion	Universalindustrieroboter
Modell	UR5
Seriennummer Roboterarm	
Seriennummer Steuergerät	
Handelsbezeichnung	UR5

5.5 Wichtige Anforderungen

Die einzelnen Roboteranlagen verfügen über unterschiedliche Sicherheitsanforderungen und der Integrator ist deshalb verantwortlich für alle Gefahren, die nicht von der allgemeinen Konstruktion des Roboters abgedeckt werden. Die allgemeine Konstruktion des Roboters, einschließlich der Schnittstellen, erfüllt jedoch alle wichtigen Anforderungen aus Anhang I der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Die technische Dokumentation des Roboters erfolgt in Übereinstimmung mit teilweise zusammengebauten Maschinen gemäß Beschreibung in Anhang VII Teil B der 2006/42/EG.



Angewendete Richtlinien	2006/42/EG Maschinenrichtlinie 2004/108/EG EMV-Richtlinie 2002/95/EG RoHS-Richtlinie 2002/96/EG WEEE-Richtlinie
Angewendete harmonisierte Normen (unter angewendeten Richtlinien)	ISO 13849-1:2006 ISO 13849-2:2003 ISO 10218-1:2006 (teilweise) ISO 10218-1:2011 (teilweise) ISO 10218-2:2011 (teilweise) ISO 13850:2006 ISO 12100:2010 ISO 3745:2003 IEC 61000-6-2 ED 2.0:2005 IEC 61000-6-4 AMD1 ED 2.0:2010 IEC 61131-2 ED 3.0:2007 (teilweise) EN ISO 13849-1:2008 EN ISO 13849-1/AC:2009 EN ISO 13849-2:2008 EN ISO 10218-1:2008 (teilweise) EN ISO 10218-1:2011 (teilweise) EN ISO 10218-2:2011 (teilweise) EN ISO 13850:2008 EN ISO 12100:2010 EN ISO 3745:2009 EN 61000-6-2:2005 EN 61000-6-4/A1:2011 EN 61131-2:2007 (teilweise) EN 1037:2010
Angewendete allgemeine Normen (Nicht alle Normen aufgeführt)	ISO 9409-1:2004 (teilweise) ISO 9283:1999 (teilweise) ISO 9787:2000 (teilweise) ISO 9946:2000 (teilweise) ISO 8373:1996 (teilweise) ISO/TR 14121-2:2007 ISO 1101:2004 ISO 286-1:2010 ISO 286-2:2010 IEC 60664-1 ED 2.0:2007 IEC 60947-5-5:1997 IEC 60529:1989+A1:1999 IEC 60320-1 Ed 2.0:2001 IEC 60204-1 Ed 5.0:2005 (teilweise) EN ISO 9409-1:2004 (teilweise) EN ISO 9283:1999 (teilweise) EN ISO 9787:2000 (teilweise) EN ISO 9946:2000 (teilweise) EN ISO 8373:1996 (teilweise) EN ISO/TR 14121-2:2007 EN ISO 1101:2005 EN ISO 286-1:2010 EN ISO 286-2:2010 EN 60664-1:2007 EN 60947-5-5:1998 EN 60947-5-5/A1:2005 EN 50205:2003 EN 60529:1991+A1:2000 EN 60320:2003 EN 60204:2006 (teilweise)

Bitte beachten Sie, dass die Niederspannungsrichtlinie nicht mit aufgeführt

wurde. Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und die Niederspannungsrichtlinie sind Primärrichtlinien. Ein Produkt kann lediglich von einer Primärrichtlinie abgedeckt werden und da die Hauptgefahren des Roboters durch mechanische Bewegungen und nicht durch elektrischen Schlag ausgelöst werden, wird der Roboter von der Maschinenrichtlinie abgedeckt. Die Konstruktion des Roboters erfüllt jedoch alle relevanten Anforderungen an die elektrische Bauweise, die in der Niederspannungsrichtlinie 2006/95/EG beschrieben werden.

Beachten Sie bitte außerdem, dass die Anwendung der WEEE-Richtlinie 2002/96/EG bedeutet, dass ein durchgestrichenes Symbol eines Abfallbehälters mit Rädern auf der Kennzeichnung des Roboters und auf dem Steuergerät angebracht ist. Universal Robots A/S meldet alle Roboterverkäufer innerhalb Dänemarks an das nationale WEEE-Verzeichnis von Dänemark. Jeder Vertriebshändler außerhalb Dänemarks aber innerhalb der EU muss die Verkäufe selbst an das WEEE-Verzeichnis des Landes melden, in dem das Unternehmen seinen Sitz hat.

5.6 Kontaktinformationen der nationalen Behörde

Befugte Person	Lasse Kieffer +45 8993 8971 kieffer@universal-robots.com
Technischer Direktor	Esben H. Østergaard +45 8993 8974 esben@universal-robots.com
Hauptgeschäftsführer	Enrico Krog Iversen +45 8993 8973 eki@universal-robots.com

5.7 Wichtiger Hinweis

Der Roboter darf erst in Betrieb genommen werden, wenn für die Maschine, in die der Roboter eingebaut werden soll, erklärt wurde, dass diese die Bestimmungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG und der national geltenden Gesetzgebung erfüllt.

5.8 Ort und Datum der Erklärung

Ort	Universal Robots A/S Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dänemark
Datum	1. Dezember 2011

5.9 Identität und Unterschrift der bevollmächtigten Person

Name	Lasse Kieffer
Adresse	Sivlandvænget 1 5260 Odense S Dänemark
Telefonnummer	+45 8993 8971
E-Mail-Adresse	kieffer@universal-robots.com
Unterschrift	

Anhang A

Zertifizierungen



Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Århus C
Tel. +45 72 20 10 00
Fax +45 72 20 10 19

Universal Robots ApS
Attn.: Lasse Kieffer
Svendborgvej 102
DK-5260 Odense S

16 March 2012
1302213-424098
TGR/BBJ

Test of UR5 Robot

Danish Technological Institute, Centre for Materials Testing has tested a UR5 robot for Universal Robots ApS, see report 1302213-424098.

The test is performed in accordance with the following standards:

- EN ISO 10218-1:2011 5.10, item 5.10.5
- EN ISO 10218-2:2011 5.11, item 5.11.5.5
- EN ISO 10218-1:2006 5.10, item 5.10.5
- ANSI/RIA/ISO 10218-1-2007 5.10, item 5.10.5

The robot is tested in a limited workspace and a force limit of 150N at the tool center point (TCP) of the robot is used during testing. The following results are found during testing:

Test	Max. force [N]	Reason for end of test	Stop code
0	14	Security stop	URcontroller C113A0
1	48	Security stop	URcontroller C113A0
2	68	Security stop	C43A0 Elbow
3	50	Security stop	URcontroller C113A0
4	51	Security stop	URcontroller C113A0
5	16	Security stop	URcontroller C113A0
6	50	Security stop	URcontroller C113A0
7	26	Security stop	URcontroller C113A0
8	28	Security stop	URcontroller C113A0
9	51	Security stop	URcontroller C113A0
10	65	Security stop	URcontroller C113A0
11	63	Security stop	C113A0 Elbow
12	35	Security stop	URcontroller C113A0
13	64	Security stop	URcontroller C113A0
14	23	Security stop	URcontroller C113A0
15	52	Security stop	URcontroller C113A0

The test has verified that the robot is in compliance with the former mentioned items of the standards. All the forces measured during testing are below the chosen force limit of 150N at the TCP.

Yours faithfully
Centre for Materials Testing

Thomas Greve
M.Sc.

Dir. tel.: + 45 7220 2321
E-mail: TGR@teknologisk.dk